

Stresrespons van die outonome senuweestelsel op valskermspronge en vryval

C.C. GRANT, N. CLAASSEN & M. VILJOEN*

Departement Fisiologie, Skool vir Geneeskunde, Fakulteit Gesondheidswetenskappe, Universiteit van Pretoria
 mviljoen@medic.up.ac.za

UITTREKSEL

In hierdie studie is die effek van valskermspring en vryval, sowel as van visualisering, op die balans van die outonome senuweestelsel ondersoek. Die resultate toon 'n verskuiwing na simpatiese oorheersing in die balans van die outonome senuweestelsel tydens valskermspring en vryval. Hierdie verskuiwing was statisties betekenisvol in die geval van relatief onervare springers, maar nie in ervare springers nie. 'n Soortgelyke outonome stresrespons is ook geïnduseer deur visualisering van die sprong in die laboratorium. Verdere studies is nodig om te bepaal of daar 'n verskil is in die mate waartoe die ervare en onervare springers die biologiese stresrespons deur visualisering kan induseer.

ABSTRACT

Stress response of the autonomic nervous system on skydiving and freefall

This study investigated the influence of skydiving and freefall, as well as that of visualisation, on the autonomic nervous system balance. The results showed a shift towards sympathetic dominance in the autonomic nervous system balance during skydiving and freefall. This shift was statistically significant in the inexperienced, but not in the experienced skydivers. A similar autonomic stress response was seen in the laboratory during visualisation of skydiving. Further studies are necessary to ascertain whether a difference exists between the extent to which experienced and inexperienced skydivers can induce the biological stress response through visualisation.

INLEIDING

Die term *stres* het verskillende betekenisse, afhangende van die konteks of vakgebied waarin dit gebruik word. In die biomediese wetenskappe het die betekenis oor die jare verander vanaf die stimulusmodel waar die woord gebruik is om na die stimulus wat op die liggaam inwerk, te verwys, na die responsmodel waar stres gesien is as die biologiese en psigiese effekte van die inwerking van 'n stimulus, na die transaksionele model waar stres gesien word as 'n transaksie tussen die persoon en sy omgewing – 'n konsep waarin die stimulus- en responsperspektiewe as deel van dieselfde proses vervat 'n word.^{1,2} In die biomediese wetenskappe is die eerste definisie nou uitgedien en word die term stressor, eerder as stres, gebruik om na die stimulus te verwys. Stres kan beide as negatief of positief ervaar word en oor die algemeen word die term *distres* gebruik wanneer die ervaring negatief is, terwyl *eustres* na die toestand verwys as die ervaring positief is.¹ Die mate waartoe 'n individu op 'n potensiele stressor reageer, word deur talle faktore beïnvloed. Nie net bestaan daar groot interpersoonlike verskille tussen verskillende individue nie, maar ook intrapersoonlike verskille waar die stresrespons van dieselfde persoon wissel oor tyd of by verskillende geleenthede. Van die belangrikste faktore wat 'n rol speel in die omvang van die stresrespons tot 'n stressor is hoe die stressor deur die individu beoordeel word asook sy of haar persepsie van die stressor.³ Herhaaldelike blootstelling van die individu aan 'n spesifieke stressor kan dan ook dikwels lei tot óf habituasië/adaptasie waar 'n verminderde biologiese respons

plaasvind, óf sensitisering waar die biologiese stresrespons verhoog met opeenvolgende stimulerings.³ Habituasie en sensitisering kan plaasvind vir sowel fisiese stressors as psigologiese stressors.^{1,3}

Valskermspronge en vryval is psigologiese stressors waar die individu wat dit as 'n sport beoefen, bereid is om blootgestel te word aan die risiko van besering, of selfs dood, vir die opwinding van die vryval. Wat selde herken word is die feit dat vryval nie slegs 'n psigologiese stressor is nie, maar ook 'n fisiese stressor waar faktore soos versnelling en die fisiese skok wanneer die valskerm oopmaak, 'n rol speel.⁴ Talle studies het reeds die stressorimpak van vryval op harttempo, kortisolvlakke en katecholamienvlakke bevestig.^{4,5,6} In hierdie studie word die effek van spring en vryval op die balans van die outonome senuweestelsel ondersoek. Die vraag word ook gevra of daar habituasie of sensitisering van die stresresponse plaasvind, en of die vryvalstresrespons geïnduseer kan word deur visualisering van die proses.

MATERIALE EN METODEDES

Tien proefpersone is by die studie betrek; vyf ervare valskermspringers met meer as 500 spronge elk en vyf onervare springers met minder as 15 spronge elk. Drie van die tien proefpersone was vroulik waarvan twee in die onervare groep geval het en een in die ervare groep. Die gemiddelde ouderdom van die ervare groep was 35.8 jaar en die gemiddelde ouderdom van die onervare groep was 34 jaar. Slegs relatief fikse en gesonde persone sonder chroniese medikasie is by die studie ingesluit. Die eksperimentele protokol is deur die Etiese Komitee van die Universiteit van Pretoria goedgekeur (protokol nr S112/2003). Elke deelnemer het vrywillig 'n ingeligte toestemmingsvorm gelees en geteken voor die aanvang van die eksperiment.

Outonome beheer van kardiovaskulêre funksies is gekwantifiseer deur die meting van harttempovariasie (HTV).^{7,8,9} Die effek van valskermspring en vryval op die outonome senuweestelsel is bepaal deur die meting van R-R intervalle met behulp van POLAR NV-hartmonitors. Sagteware vir die ontleding van die R-R intervalreeks (tagogramme), is verkry vanaf die Universiteit van Kuopio, Finland. Analise van HTV is uitgevoer met behulp van twee tegnieke: drywingspektrumanalise en Poincaré grafieke. Albei hierdie metodes word gebruik vir die ontleding van herhalende data en is dus uiters geskik vir die kwantifisering van HTV op grond van 'n tagogram.^{7,8,9}

Met drywingspektrumanalise word die datavariasie verdeel in frekwensiekomponente en voorgestel as 'n digtheidsspektrumfunksie. Die berekende drywing in die verskillende frekwensie areas kan as 'n aanduiding van die simpatiese of vagale oorsprong van kardiovaskulêre beheer dien. Drywing is bereken vir die lae frekwensiegebied (LF) 0.04-0.15 Hz, asook die hoë frekwensiegebied (HF) 0.15-0.4 Hz. Die verhouding LF/HF gee 'n aanduiding van die outonome balans. Die drywing in die HF-gebied is 'n indikator van die vagale outonome beheer terwyl die LF-drywing 'n kombinasie van simpatiese en vagale invloede op die hart verteenwoordig. Die som van die drywing (HF & LF) is 'n aanduiding van die hoeveelheid variasie teenwoordig.^{8,9,10}

Die nielinêre karakter van 'n R-R-intervaldatastel kan uitgebeeld word met behulp van 'n Poincaré grafiek. Elke R-R-interval word as die funksie van die vorige interval gestip; so word die verhouding tussen opeenvolgende tydreeks visueel en kwantitatief voorgestel. Twee HTV-indikator word kwantitatief bepaal; SD1 wat 'n aanduiding is van die kortermyn R-R-varieerbaarheid (vagale outonome beheer), en SD2 wat 'n aanduiding is van langer termyn varieerbaarheid onder die invloed van die vagale en simpatiese been van die outonome senuweestelsel.^{11,12,13}

Opnames met die POLAR-hartmonitors is begin ongeveer vyf minute voordat posisie op die vliegtuig ingeneem is; tydens opstyg, en is voortgesit gedurende die tydperk wat dit neem om 'n hoogte van tienduizend voet te bereik, tydens die uitspring en vryvalperiode van ongeveer dertig

tot vyf en veertig sekondes, tydens die valskermsweeftydperk, asook tydens die landing. Die tagogramme bestaande uit 'n reeks R-R-intervalle is gebruik vir verdere analise. Basale, oftewel rustende R-R-intervalwaardes is op 'n afsonderlike dag geneem aangesien die antisipasie voor die sprong en die oorspoel van die stresrespons na afloop van die sprong dit onmoontlik maak om rustende waardes op die dag van die sprong op te neem. Om sirkadiëse fluktuasie in ag te neem, is elke persoon se basale waardes op 'n afsonderlike dag gedoen sodat die tyd van die dag waarop die sprong gedoen is, ooreengestem het met dié van die basaalwaarde-opnames. Op die dag van basaalwaarde-opnames is rustende R-R-intervalreeks (tagogramme) deur middel van POLAR-hartmonitors ingesamel. 'n Opname is gedoen vir ongeveer 'n halfuur in 'n stil, rustige omgewing met 'n gemaklike temperatuur (22°C).

Sewe van die proefpersone (5 onervare en 2 ervare), het op die dag waarop die basale waardes bepaal is, ook 'n visualiseringseksperiment voltooi deur vryval te visualiseer, tydens 'n POLAR-opname.

RESULTATE

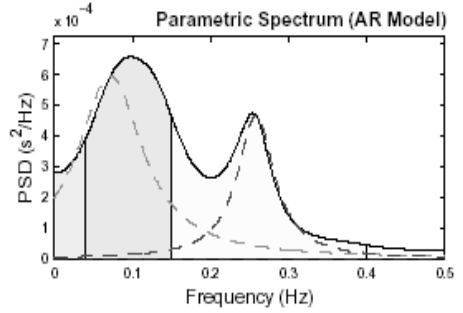
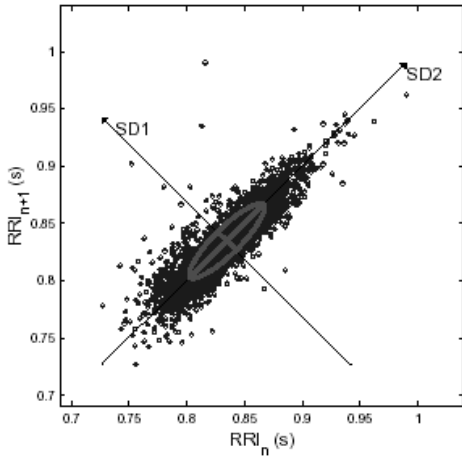
Tabel 1 toon die gemiddelde waardes van LF/HF tydens rustende opnames en vryval vir beide onervare en ervare persone, asook die p-waarde soos bereken met die Kruskal Wallis en parametrisiese analise van variansie (AOV). Die waarde van LF/HF vir onervare springers is betekenisvol verskillend tussen rustende en vryvalmetings gevind, terwyl die ervare springers geen betekenisvolle verskil toon nie. Visualisering van die vryval het 'n betekenisvolle verskil in LF/HF in die proefpersone tot gevolg gehad.

TABEL 1: Statistiese vergelyking van LF/HF vir onervare en ervare springers tussen rustende/basale waardes, vryvalwaardes en visualisering. (Die gemiddelde waardes word getoon met die standaard afwyking in hakies.)

	Rustend	Vryval	P-waardes	
			Kruskal Wallis	AOV parametries
Onervare	3.52 (2.95)	71.29 (30.7)	0.0090	0.0011
Ervare	4.18 (4.08)	7.6 (5.12)	0.3472	0.3783
Visualisering	0.77 (0.36)	5.32 (3.58)	0.0017	0.0001

Figuur 1 toon tipiese Poincaré- en drywingspektrumgrafieke vir 'n onervare deelnemer tydens a) 'n rustende opname, b) vryval, en c) 'n visualiseringsperiode. Figuur 2 toon die ooreenstemmende grafieke vir 'n ervare deelnemer.

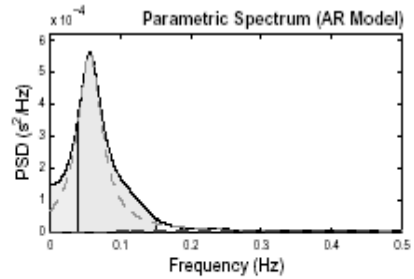
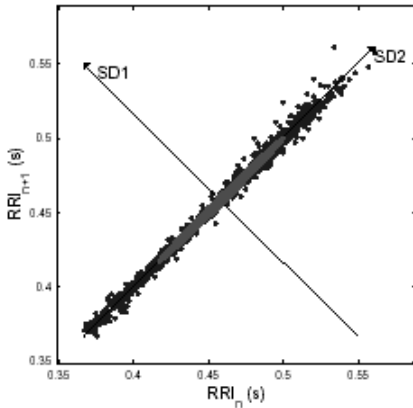
Poincare Plot* SD1 = 11.4 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 45.2 ms ↔ (Long-term HRV)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	0	0.0	
LF	0.0723	51	58.7	36.9
HF	0.2578	36	41.3	26.0
LF/HF			1.422	

Figuur 1a: *Rustende waardes.*

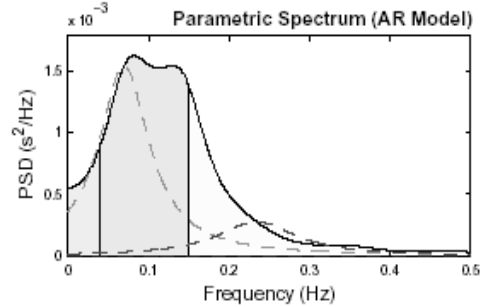
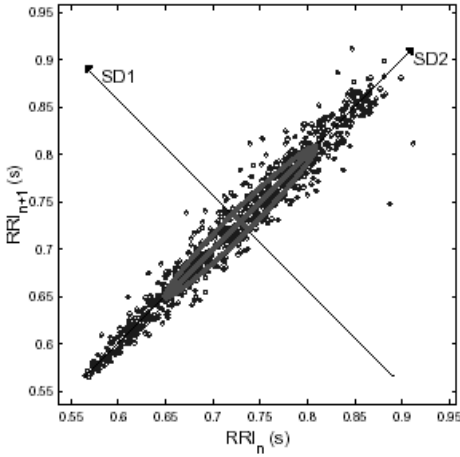
Poincare Plot* SD1 = 2.4 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 58.9 ms ↔ (Long-term HRV)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	0	0.0	
LF	0.0566	33	98.2	83.8
HF	0.2715	1	1.8	1.6
LF/HF			53.588	

Figuur 1b: *Vryval waardes.*

Poincare Plot* SD1 = 11.8 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 112.8 ms ↔ (Long-term HRV)

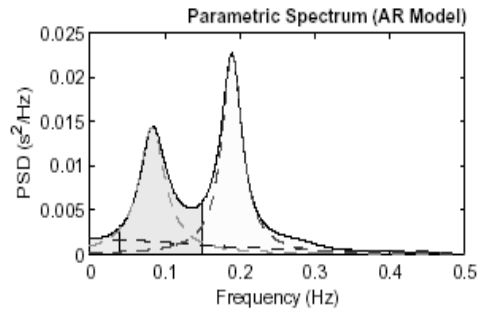
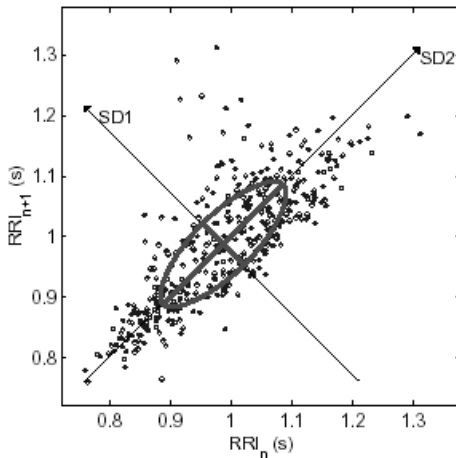


Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	0	0.0	
LF	0.0703	125	90.4	46.5
HF	0.2344	13	9.6	5.0
LF/HF			9.377	

Figuur 1c: Visualisering waardes.

Figuur 1: Voorbeeld van die Poincaré- (links) en drywingspektrumanalise (regs) van 'n onervare springer.

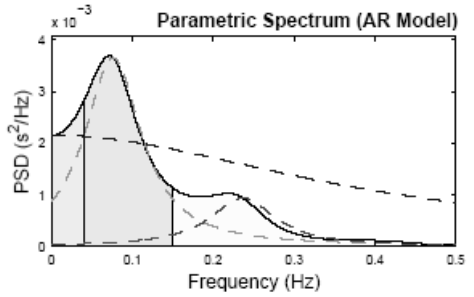
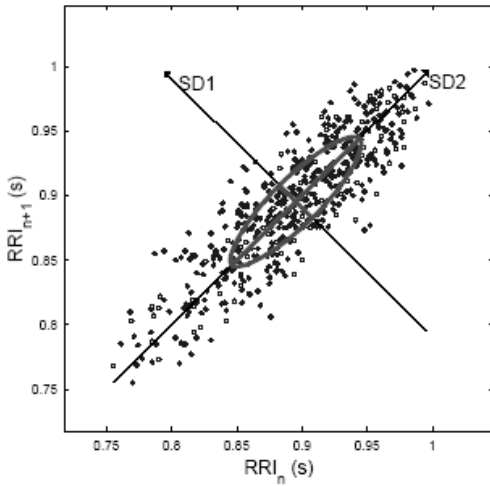
Poincare Plot* SD1 = 48.5 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 139.6 ms ↔ (Long-term HRV)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	1	0.0	
LF	0.0820	880	44.3	41.4
HF	0.1895	1105	55.7	52.0
LF/HF			0.796	

Figuur 2a: Rustende waardes.

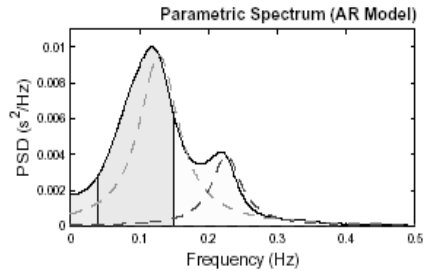
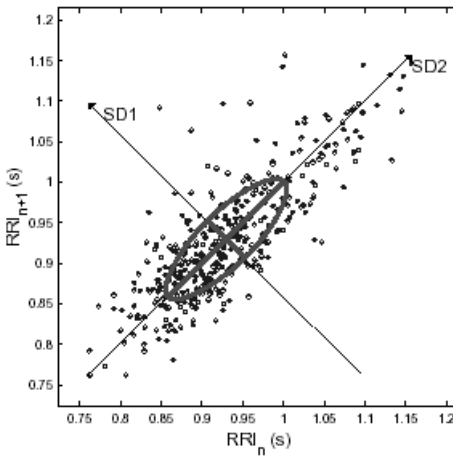
Poincare Plot* SD1 = 17.9 ms ↔ (Short-term HRV)
 SD2 = 69.3 ms ↔ (Long-term HRV)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	0	0.0	
LF	0.0762	205	79.8	77.9
HF	0.2363	52	20.2	19.8
LF/HF			3.943	

Figuur 2b: *Vryval waardes.*

Poincare Plot* SD1 = 32.5 ms ↔ (Short-term HRV)
 SD2 = 101.0 ms ↔ (Long-term HRV)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	0	0.0	
LF	0.1289	708	73.7	53.5
HF	0.2266	253	26.3	19.1
LF/HF			2.800	

Figuur 2c: *Visualisering waardes.*

Figuur 2: 'n Tipiese voorbeeld van die Poincaré (links) en drywingspektrumanalise (regs) van 'n ervare springer.

BESPREKING

Vir die doeleindes van hierdie studie word stres gesien as die persoon se reaksie op 'n stressor en daarom die toestand waarin die liggaam verkeer as gevolg van die inwerking van stressors, met ander woorde, die responsmodel. Hierdie benadering ontken nie die transaksionele effek soos veronderstel in die transaksionele model nie, maar bepaling van die interaksie vorm nie deel van die doelwit van hierdie proef nie.

Die resultate van hierdie studie ondersteun die algemene aanname dat stresvolle situasies, en meer spesifiek valskermingspronge en vryval, kan lei tot 'n verskuiwing in die outonome senuweestelsel se beheer. In geval van die onervare springers is daar vir beide die waardes van die Poincaré-analises en die drywingsanalises 'n betekenisvolle verskuiwing na simpatiese oorheersing waargeneem. 'n Statisties betekenisvolle verhoogde LF/HF-waarde, wat vereenselwig word met verhoogde simpatiese beheer, is gevind tydens die spronge. Hierdie verskuiwing in die outonome balans was egter nie slegs die gevolg van 'n toename in simpatiese uitvloei nie. 'n Verlaging in parasimpatiese uitvloei is gelyktydig waargeneem. In die geval van die onervare springers was die vagale invloed op die hart betekenisvol verminder tydens die spronge soos afgelei kan word uit die laer SD1-waardes van die Poincaré- en HF drywingwaardes.

Vir die ervare springers is daar ook 'n geringe verhoging in simpatiese aktiwiteit, sowel as 'n verlaging in parasimpatiese aktiwiteit, waargeneem. Die verskuiwing was egter nie statisties betekenisvol nie. Hierdie resultate, waar die ervare springers 'n fisiologiese stresrespons, minder as wat verwag is, toon met vryval, kan feitlik sonder twyfel verklaar word aan die hand van habituasië of desensitiserings.

Figure 1 en 2 en tabel 1 demonstreer ook die invloed van visualisering van die vryval, weg van die vryvalomgewing, op die outonome balans. Alhoewel die aantal proefpersone wat gebruik was om die effek van visualisering van die vryval te ondersoek baie klein was, is betekenisvolle verskille tussen die basale waardes en die visualiseringsresponse gevind. Die betekenisvolle verhoging in die LF/HF-verhouding dui op aktivering van die simpatiese stelsel tydens visualisering.

SAMEVATTING

Tydens valskermingspring en vryval vind daar 'n verskuiwing na simpatiese oorheersing in die balans van die outonome senuweestelsel plaas. Hierdie verskuiwing is statisties betekenisvol in die geval van relatief onervare springers, maar is nie betekenisvol in ervare springers nie. Die outonome stresrespons kan geïnduseer word wanneer die springer die vryval in die laboratorium visualiseer. Verdere studie is nodig om te bepaal of daar 'n verskil is in die mate waartoe die ervare en onervare springers die biologiese stresrespons deur visualisering kan induseer. Die antwoord hierop mag implikasies hê vir die beoefening van visualisering in sport.

BIBLIOGRAFIE

1. Cassidy, T. (1999). *Stress, cognition and health. Psychological focus*. London, New York: Routledge, Perry Hinton.
2. Aldwin, C. M. (1994). *Stress, coping and development. An integrative perspective*. New York, London: Guilford Press.
3. Lazarus, R. (1999). *Stress and emotion. A new synthesis*. New York: Springer Publishing Company.

4. Reid, D.H., Doerr, J.E., Doshier, H.D., Ellertson, D.G. (1971). Heart rate and respiration rate response to parachuting: Physiological studies of military parachutists via FM/FM telemetry. *Aerospace Medicine*, 1201-1207.
5. Chatterton, R.T., Vogelson, K.M., Lu, Y.C., Hudgens, G.A. (1997). Hormonal responses to psychological stress in men preparing for skydiving. *J Clin Endocrin Metabol.* 82:2503-2509.
6. Levin, S., Weinberg, J., Ursin, H. Definition of the coping process and statement of the problem. In Ursin, H., Baade, E., Levine, S. (eds.). *Psychobiology of stress. A study of coping men*. New York: Academic Press, p. 3-20.
7. Task force of the European Society of cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use, *Circulation.* 93:1043-1065.
8. Berntson, G., Bigger, J.T., Ecksberg, D., Grossman, P., Kaufmann, P., Malik, M., Nagarja, H. (1997). Heart rate variability: Origins, methods and interpretive caveats, *Psychophysiol.*, 34:623-648.
9. Akselrod, S., Gordon, D., Madwed, J.B., Snidman, M.C., Shannon, D.C., Cohen, R.J. (1985). Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis, *Am Physiol Soc.*, 85:H867-H874.
10. Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F.A., Shannon, D.C., Berger, A.C., Cohen, R.J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control, *Science*, 213:220-222.